(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210473547 U
(45)授权公告日 2020.05.08

(21)申请号 201920207241.1

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2019.02.18

(73)专利权人 北京工业大学
地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号
专利权人 北京市劳动保护科学研究所

(72)发明人 李坚 梁全明 梁文俊 何洪

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203
代理人 张立改

(51)Int.Cl.
B01D 53/75(2006.01)
B01D 53/86(2006.01)
B01D 53/76(2006.01)
B01D 53/56(2006.01)
B01D 53/62(2006.01)

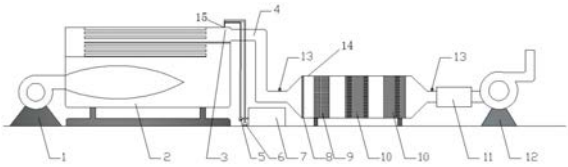
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

一种燃气锅炉除CO脱NO_x一体化净化装置

(57)摘要

一种燃气锅炉除CO脱NO_x一体化净化装置，属于气态污染物的治理领域。燃气锅炉的回程烟道经由锅炉烟气出口与催化反应装置进气口连接，催化反应装置的出气口经由余热回收系统与风机连接；在回程烟道内设有尿素溶液喷射装置(15)，尿素溶液喷射装置经由计量装置、控制装置与尿素储存罐连接；催化反应装置内依次设有均与轴直至的导流板、CO氧化剂层、脱硝催化剂层，构成多段反应器。脱硝还原剂的喷射点位于燃气锅炉回程烟道300-500℃内，利于尿素分解，且分解产物NH_3在后段烟道中均匀混合，经CO氧化剂和脱硝催化剂同时脱CO和脱硝，提高催化剂脱硝效率并延长其使用寿命，最终实现清洁节能排放。



CN 210473547 U

1.一种燃气锅炉烟气除CO脱NO_x一体化的净化装置,其特征在于,同时产生CO和NO_x燃气锅炉(2)设有回程烟道(3),回程烟道(3)的尾端为锅炉烟气出口(4),所述的锅炉烟气出口(4)与催化反应装置(14)进气口连接,催化反应装置(14)的出气口经由余热回收系统(11)与风机(12)连接;在回程烟道(3)或/和锅炉烟气出口(4)内设有尿素溶液喷射装置(15),尿素溶液喷射装置(15)经由尿素溶液计量装置(5)、流量控制装置(6)与尿素溶液储存罐(7)连接;催化反应装置(14)为长管状或桶状结构,其两端中心轴的位置分别设有进气口和出气口,催化反应装置(14)两端为向外凸起的漏斗状;催化反应装置(14)长管状或桶状结构内自进气口端向出气口端依次设有均与轴直至的导流板(8)、CO氧化剂层(9)、脱硝催化剂层(10),构成多段反应器。

2.按照权利要求1所述的一种燃气锅炉烟气除CO脱NO_x一体化的净化装置,其特征在于,尿素溶液喷射装置(15)的喷射点即脱硝还原剂的喷射点位于燃气锅炉回程烟道(3)内对应温度为300-500℃的段内。

3.按照权利要求1所述的一种燃气锅炉烟气除CO脱NO_x一体化的净化装置,其特征在于,在催化反应装置(14)内设有多层CO氧化剂层(9)或/和脱硝催化剂层(10),形成多段催化反应。

4.按照权利要求1所述的一种燃气锅炉烟气除CO脱NO_x一体化的净化装置,其特征在于,催化反应装置(14)的进气口和出气口均设有采样口(13)。

5.按照权利要求1所述的一种燃气锅炉烟气除CO脱NO_x一体化的净化装置,其特征在于,导流板(8)、CO氧化剂层(9)、脱硝催化剂层(10)在催化反应装置(14)内布满各自所在的径面。

6.按照权利要求1所述的一种燃气锅炉烟气除CO脱NO_x一体化的净化装置,其特征在于,导流板(8)的作用为使的经过导流板(8)的气体在催化反应装置(14)径面内均匀分布。

7.按照权利要求1所述的一种燃气锅炉烟气除CO脱NO_x一体化的净化装置,其特征在于,流量控制装置(6)为泵或泵和阀门。

8.按照权利要求1所述的一种燃气锅炉烟气除CO脱NO_x一体化的净化装置,其特征在于,CO氧化剂形状为圆丸式、细条式、蜂窝挤出式或者蜂窝涂覆式。

9.按照权利要求1所述的一种燃气锅炉烟气除CO脱NO_x一体化的净化装置,其特征在于,脱硝催化剂形状为蜂窝挤出式或者蜂窝涂覆式。

一种燃气锅炉除CO脱NO_x一体化净化装置

技术领域

[0001] 本实用新型基于燃气锅炉烟气中含有一定量氮氧化物(NO_x)和一氧化碳 (CO)等气态污染物、且尚无相应CO排放标准出台的前提下，提供一种同时脱除烟气中CO和NO_x、实现超低排放的净化方法与装置，属于气态污染物的治理领域。

背景技术

[0002] 随着我国经济发展和能源结构的调整，加之天然气较煤炭、石油等能源有热值高、洁净、燃烧后无废渣产生等优势，燃气锅炉将成为今后推广发展的方向。而燃气锅炉在运行过程中不可避免的产生NO_x以及燃料燃烧不充分生成的CO 等大气污染物。其中，NO_x是涉及环境问题最多的大气污染物，它是温室效应、酸雨、臭氧层破坏、水体富营养化、光化学烟雾和雾霾的主要前驱物，而CO是常见的有毒有害气体，同时CO为清洁燃料，直接排放不仅造成能源浪费，还会对人体健康和大气环境产生负面影响。

[0003] 在大气污染物排放限值和环保执法力度日益严格的形势下，结合燃气锅炉烟气组分特征，加之燃气锅炉烟气除CO脱NO_x一体化净化方法与装置在市场上尚无实际应用，因此，研发一种协同去除烟气中CO和NO_x一体化控制技术对燃气锅炉清洁排放具有重要意义。目前，尚无文献和专利报道协同去除燃气锅炉烟气中CO和NO_x等气态污染物的技术工艺。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的是解决现有技术的不足，本实用新型采用双催化法，提出一种燃气锅炉除CO脱NO_x一体化净化方法与装置，实现烟气清洁节能排放。

[0005] 为实现上述目的，本实用新型通过以下技术方案：

[0006] 一种燃气锅炉烟气除CO脱NO_x一体化的净化装置，其特征在于，在同时产生CO和NO_x燃气锅炉设有回程烟道，回程烟道的尾端为锅炉烟气出口，所述的锅炉烟气出口与催化反应装置进气口连接，催化反应装置的出气口经由余热回收系统与风机连接；在回程烟道或/和锅炉烟气出口内设有尿素溶液喷射装置，尿素溶液喷射装置经由尿素溶液计量装置、流量控制装置与尿素溶液储存罐连接；催化反应装置为长管状或桶状结构，其两端中心轴的位置分别设有进气口和出气口，催化反应装置两端为向外凸起的漏斗状；催化反应装置长管状或桶状结构内自进气口端向出气口端依次设有均与轴直至的导流板、CO氧化剂层、脱硝催化剂层，构成多段反应器；

[0007] 进一步优选尿素溶液喷射装置的喷射点即脱硝还原剂的喷射点位于燃气锅炉回程烟道内对应温度为300-500℃的段内，利用烟道温度将尿素分解，且分解产物NH_3在后段烟道中与烟气均匀混合。

[0008] 进一步在催化反应装置内设有多层CO氧化剂层或/和脱硝催化剂层，形成多段催化反应。

[0009] 进一步催化反应装置的进气口和出气口均设有采样口。

[0010] 进一步导流板、CO氧化剂层、脱硝催化剂层在催化反应装置内布满各自所在的径

面；

[0011] 进一步导流板的作用为使的经过导流板的气体在催化反应装置径面内均匀分布。

[0012] 流量控制装置为泵或泵和阀门。

[0013] 进一步所述CO氧化剂层的组分含量分别是：0-1wt％Pt、0-0.5wt％Pd、0-10wt％CeO_2、0-1.5wt％Cu、0-1.5wt％Mn、0-1.5wt％Fe、余量为载体TiO_2，上述Pt、Pd、CeO_2、Cu、Mn、Fe均不为0，进一步优选Pt、Pd、CeO_2、Cu、Mn、Fe六者质量比为2:1:10:3:1:2；CO氧化剂形状为圆丸式、细条式、蜂窝挤出式或者蜂窝涂覆式。

[0014] 脱硝催化剂层组分含量分别是：0-8wt％V_2O_5、0-20wt％WO_3、0-6wt％In_2O_3、0-10wt％CeO_2、0-2wt％Br(Br以溴化铵的形式存在)、余量为载体TiO_2，且 V_2O_5、WO_3、In_2O_3、CeO_2、Br均不为0；优选V_2O_5、WO_3、In_2O_3、CeO_2、Br 五者质量比为2:10:1:2:0.5；脱硝催化剂形状为蜂窝挤出式或者蜂窝涂覆式，其脱硝效率大于90％的温区范围为150-360℃。

[0015] 采用上述装置同时脱除烟气中CO和NO_x的方法，其特征在于，包括以下步骤：

[0016] 脱硝还原剂尿素的喷射点位于燃气锅炉回程烟道300-500℃内，利用烟道温度将尿素分解，且分解产物NH_3在后段烟道中与烟气均匀混合；烟气经锅炉烟气出口后进入催化反应装置的温度为150-200℃，烟气经过CO氧化剂层(9)，将燃料燃烧不充分生成的CO转化为无害化的CO_2，同时利用氧化放热提升烟气温度，降低烟气中O_2含量，为后续脱硝反应创造有利条件，提高催化剂脱硝效率并延长其使用寿命；之后烟气中的NO_x与之前喷入的还原剂尿素生成的氨气在脱硝催化剂层的作用下高效反应，生成清洁气体N_2和H_2O，其脱硝效率>90％；脱硝反应后的烟气，采用余热回收系统收集热能，最终接引风机排入烟囱。

[0017] 控制尿素的喷射量，使得分解产物NH_3的量正好与烟气中NO_x反应生成氮气和水。

[0018] 所述步骤2)的烟气净化装置为卧式反应器，里面布设有导流板、CO氧化剂、脱硝催化剂，进气口和出气口布设采样口。CO氧化剂和脱硝催化剂装于一个反应器箱体，减少反应装置个数及压降。

[0019] 本实用新型的效果和优点：

[0020] 1、脱硝还原剂的喷射点位于燃气锅炉回程烟道(300-500℃)内，利用烟道温度将尿素分解，且分解产物NH_3在后段烟道中与烟气均匀混合。

[0021] 2、CO氧化剂和脱硝催化剂装于一个反应器箱体以减少装置个数及压降；烟气先经过CO氧化剂，将燃料燃烧不充分生成的CO转化为无害化的CO_2，利用氧化放热提升烟气温度，不仅为后续脱硝反应创造有利条件，提高催化剂脱硝效率并延长其使用寿命，同时消耗烟气中的氧含量，有效降低污染物折算浓度，提高污染物排放达标率。

[0022] 3、该实用新型所用CO氧化剂和脱硝催化剂均满足燃气锅炉烟气净化要求。

[0023] 4、烟气净化装置结构简单，搭建方便，布局紧凑，易于控制。

附图说明

[0024] 图1是燃气锅炉除CO脱NO_x一体化净化装置示意图，主要构件包括：1燃烧器、2燃气锅炉、3回程烟道、4锅炉烟气出口、5尿素溶液计量装置、6控制装置、7尿素储存罐、8导流板、9CO氧化剂层、10脱硝催化剂层、11余热回收系统、12风机、13采样口、14催化反应装置、15尿素溶液喷射装置。

[0025] 图2是本实用新型实施例1燃气锅炉除CO脱NO_x一体化小型模拟评价示意图。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本实用新型的具体实施例加以说明，但本实用新型并不限于以下表述。以下催化剂的制备方法可采用现有技术方法中的一种或几种组合叠加制备(如其中脱硝催化剂采用201510232554.9与现有技术其他组分制备方法的叠加)。

[0027] 实施例1

[0028] 燃气锅炉除CO脱NO_x一体化净化装置，本装置包括由尿素溶解罐、尿素储存罐7、计量装置5、输送装置和控制装置6等组成的还原剂制备系统，由烟道、导流板、净化反应器箱体、CO氧化剂和脱硝催化剂等组成的烟气净化装置，随后小型余热回收装置收集热能，最终接引风机排入烟囱。本实用新型中脱硝还原剂的喷射点位于燃气锅炉回程烟道(300-500℃)内，利用烟道温度将尿素分解，且分解产物NH_3在后段烟道中与烟气均匀混合。CO氧化剂和脱硝催化剂装于一个反应器箱体以减少装置个数及压降；烟气先经过CO氧化剂，将燃料燃烧不充分生成的CO转化为无害化的CO_2，同时利用氧化放热提升烟气温度，为后续脱硝反应创造有利条件，提高催化剂脱硝效率并延长其使用寿命，有效减少烟气中CO和雾霾前驱物-NO_x排放量，最终实现清洁节能排放。

[0029] 2、燃气锅炉除CO脱NO_x一体化小型模拟实验

[0030] 燃气锅炉除CO脱NO_x一体化小型模拟评价系统由N_2、O_2、NO、CO、CO_2 (原烟气含有)、NH_3等高压钢瓶、质量流量控制器及显示器、气体混合器、石英反应器、管式电炉、热电偶、温度控制仪、NH_3洗涤瓶、玻璃三通、注射泵、伴热带、保温棉、testo350烟气分析仪等组成，管路采用直径3mm的聚四氟乙烯管连接。

[0031] 催化剂床层用石英棉支撑于电加热炉的恒温区，石英管上方开口用橡胶塞塞紧，第一根热电偶穿过橡胶塞直抵CO氧化剂上端面的气固临界处，控制催化剂床层的温度，保证脱硝反应在一定的烟温条件下进行，所控温度记为T_1，第二根热电偶穿过橡胶塞，位于CO氧化剂和脱硝催化剂之间的空隙，测试经过CO 氧化剂床层后的烟气温度，所测温度记为T_2，其性能评价装置具体见图2。其中， CO氧化剂用量1.5mL，脱硝催化剂用量1.5mL，烟气总量1500mL·min^{-1}，总空速(GHSV)为30000h^{-1}。反应气体组成为NO体积分数0.01～0.05％，NH_3体积分数0.01～0.05％，CO体积分数0.00～0.02％，CO_2体积分数2.0～10.0％，O_2体积分数1.0～10.0％，H_2O体积分数5～15％，N_2为平衡气，试验温度范围150～200℃。采用testo350烟气分析仪检测O_2、NO、CO和CO_2进出口浓度。当阀门1关闭，阀门2打开时，测定入口烟气中的O_2、NO、CO、CO_2浓度，当阀门1打开，阀门2关闭时，模拟烟气通过催化剂床层，此时测定反应后的O_2、NO、CO、CO_2浓度。

[0032] 以下实施例中CO氧化剂层的具体组成：Pt、Pd、CeO_2、Cu、Mn、Fe六者质量百分比分别为2％、1％、10％、3％、1％、2％，余量为载体TiO_2。

[0033] 脱硝催化剂层的具体组成：V_2O_5、WO_3、In_2O_3、CeO_2、Br(Br以溴化铵的形式存在)五者质量百分含量分别为2％、10％、1％、2％、0.5％，余量为载体TiO_2。

[0034] 实施例1

[0035] 实验条件：设定温度T_1为150℃，反应气体组分NO体积分数0.01％，NH_3体积分数0.01％，CO体积分数0.01％，CO_2体积分数2.0％，O_2体积分数3.5％， H_2O体积分数10％，N_2为平衡气。此时CO氧化剂和脱硝催化剂之间空隙的温度T_2为151℃，CO氧化率为82％，脱硝效率为91％。

[0036] 实施例2

[0037] 实验条件：设定温度T_1为160℃，反应气体组分NO体积分数0.02％，NH_3体积分数0.02％，CO体积分数0.01％，CO_2体积分数3.0％，O_2体积分数4.5％，H_2O体积分数12％，N_2为平衡气。此时CO氧化剂和脱硝催化剂之间空隙的温度T_2为161℃，CO氧化率为87％，脱硝效率为93％。

[0038] 实施例3

[0039] 实验条件：设定温度T_1为175℃，反应气体组分NO体积分数0.03％，NH_3体积分数0.03％，CO体积分数0.02％，CO_2体积分数4.0％，O_2体积分数5.5％，H_2O体积分数12％，N_2为平衡气。此时CO氧化剂和脱硝催化剂之间空隙的温度T_2为177℃，CO氧化率为91％，脱硝效率为96％。

[0040] 实施例4

[0041] 实验条件：设定温度T_1为190℃，反应气体组分NO体积分数0.04％，NH_3体积分数0.04％，CO体积分数0.02％，CO_2体积分数6.0％，O_2体积分数7.5％，H_2O体积分数15％，N_2为平衡气。此时CO氧化剂和脱硝催化剂之间空隙的温度T_2为192℃，CO氧化率为94％，脱硝效率为98％。

[0042] 实施例5

[0043] 实验条件：设定温度T_1为200℃，反应气体组分NO体积分数0.05％，NH_3体积分数0.05％，CO体积分数0.02％，CO_2体积分数10.0％，O_2体积分数10.0％，H_2O体积分数15％，N_2为平衡气。此时CO氧化剂和脱硝催化剂之间空隙的温度T_2为202℃，CO氧化率为96％，脱硝效率为99％。

[0044]

实施例编号	T_1	CO 入口体积分数	NO 入口体积分数	O_2 入口体积分数	H_2O 体积分数	T_2	CO 氧化率	脱硝效率
实施例 1	150°C	0.01%	0.01%	3.5%	10%	151°C	82%	91%
实施例 2	160°C	0.01%	0.02%	4.5%	12%	161°C	87%	93%
实施例 3	175°C	0.02%	0.03%	5.5%	12%	177°C	91%	96%
实施例 4	190°C	0.02%	0.04%	7.5%	15%	192°C	94%	98%
实施例 5	200°C	0.02%	0.05%	10.0%	15%	202°C	96%	99%

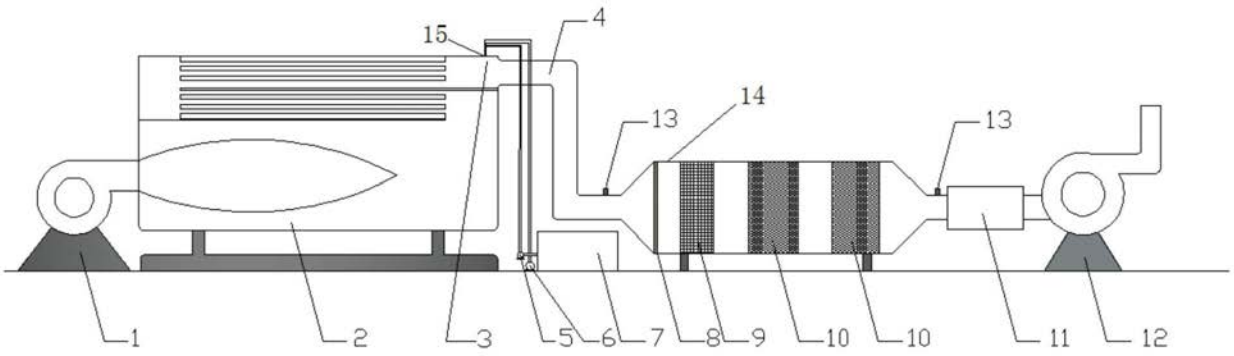

15
4
13
14
13
1
2
3
5
6
7
8
9
10
10
11
12

图1

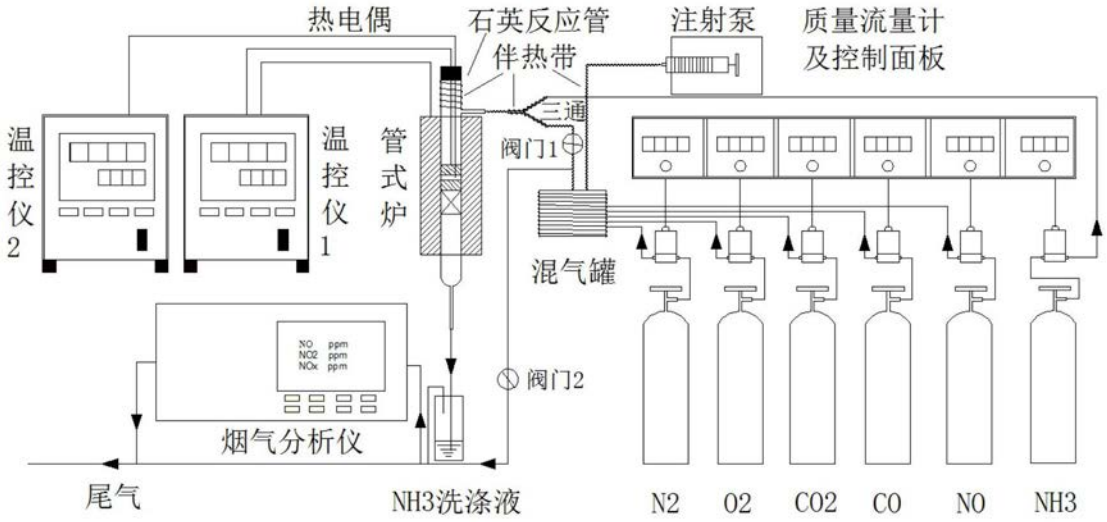

热电偶
石英反应管
伴热带
注射泵
质量流量计
及控制面板
三通
阀门1
温控仪2
温控仪1
管式炉
混气罐
NO ppm
NO2 ppm
NOx ppm
阀门2
烟气分析仪
尾气
NH3洗涤液
N2
O2
CO2
CO
NO
NH3

图2